

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-130074

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>  
F 04 B 27/08

識別記号 庁内整理番号  
F-6907-3H

⑭ 公開 平成1年(1989)5月23日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 斜板式圧縮機

⑯ 特 願 昭62-289032

⑰ 出 願 昭62(1987)11月16日

⑱ 発 明 者	清 田	文 夫	新潟県柏崎市北斗町1-37	株式会社リケン柏崎事業所内
⑱ 発 明 者	藤 田	達 生	新潟県柏崎市北斗町1-37	株式会社リケン柏崎事業所内
⑱ 発 明 者	横 関	修 史	新潟県柏崎市北斗町1-37	株式会社リケン柏崎事業所内
⑱ 発 明 者	小 室	寿 朗	新潟県柏崎市北斗町1-37	株式会社リケン柏崎事業所内
⑱ 発 明 者	滝 口	勝 美	新潟県柏崎市北斗町1-37	株式会社リケン柏崎事業所内
⑱ 出 願 人	株 式 会 社 リ ケ ン 東京都千代田区九段北1丁目13番5号			

明 細 書

許 請 求 の 範 囲 第 1 項 記 載 の 斜 板 式 圧 縮 機 。

1. 発明の名称

斜板式圧縮機

2. 特許請求の範囲

1 シリンダブロック内において回転軸により回転される斜板と、該斜板にシューを介して係留されたピストンを有し、該斜板の回転に応じて前記ピストンがシリンダボア内を往復運動するようにされた斜板式圧縮機において、高珪素アルミニウム合金で形成した前記斜板と、少なくとも斜板との摺接面に1~10 $\mu$ mの厚さの硬質イオンブレイティング皮膜が鋼製基地と拡散接合されたシューとを組合せたことを特徴とする斜板式圧縮機。

2 前記シューの硬質イオンブレイティング皮膜が、クロムと窒素とからなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の斜板式圧縮機。

3 前記シューの硬質イオンブレイティング皮膜が、チタンと窒素とからなることを特徴とする特

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、冷媒ガス等の気体を圧縮する斜板式圧縮機に関するものである。特に、シリンダ内径の大きい車両積載空調用として、軽量で苛酷な使用条件下での信頼性に優れた圧縮機に関するものである。

(従来技術と問題点)

斜板式圧縮機は、一般に第1図に示すように、シリンダブロック1内に配置された回転軸2に取付けられ、回転軸とともに回転する斜板3と、斜板3に接しながら摺動されるシュー4、及び斜板3をまたいでシュー4によって係留されるピストン5とからなる。回転軸とともに回転する斜板の回転運動は、シューによってピストンの往復運動に変換される。このような構造によって冷凍回路を循環してきた冷媒ガス等の被圧縮媒体は、ピス

トン5にてシリンダボア内にて高圧に圧縮され、再び冷凍サイクル回路へと送り出される。

このような斜板式圧縮機が、車両種載空調用として用いられる場合は非常に苛酷な作動条件にさされる。近年は車両の軽量化、小型化、前輪駆動化が進み、ボンネット内に取付けられる圧縮機も小型軽量化が要求され、圧縮機内のオイルポンプは取り外され、外部の冷凍回路より圧縮機に戻った油を含んだ冷媒もしくは圧縮機内に戻り冷媒より分離された油を圧縮機の各摺動部分に巡回させて潤滑する方式がとられるようになった。

この潤滑方法では圧縮機の回転数の高い場合には比較的多量の帰還冷媒があるために、各摺動部への潤滑は充分に行われるので問題は生じない。しかし圧縮機は駆動源のエンジンとほぼ同一回転数となるように取付けられているため、エンジン回転数の範囲即ち500～6000rpmの広い回転範囲で使用される。このため、エンジン回転数の低い場合には帰還冷媒が少なくなり各摺動部への潤滑が不十分となることから、摩耗が進行したり焼付現象

を生じる。また圧縮機はボンネット内に取付けられるため、排気対策の機器や燃料消費改善のための機器の設置によりボンネット内は高温となりその為圧縮機が高温となり潤滑油の粘度が低下し潤滑効果も低下し、前述の摩耗や焼付の問題が生じ易くなっている。

以上説明したような厳しい条件で使用される斜板式圧縮機において、最も問題となる部分は斜板とシューとの摺動部分である。

前述のようなエンジン回転数と対応するため、斜板とシューの間の摺動速度は、機種によっても異なるが、ほぼ2～25 m/secもの広い範囲に及ぶ。通常走行時でもほぼ7～15 m/secの高速で摺動する。このように大きな摺動速度に加えて、シリンダボアの断面積に冷媒の圧縮圧力をかけた大きな荷重がシューに負荷される。シューへの荷重は機種によっても異なるが、通常運転時ではほぼ100～200 kg/cm<sup>2</sup>程度の面圧である。従って、PV値は3000kg/cm<sup>2</sup>・m/secと非常に大きな値である。さらに、シューと斜板の間では固体接触の状態とな

るいわゆる境界潤滑下にさらされることから焼付や摩耗を生じ易い。その上、前述のように軽量化の目的から圧縮機内のオイルポンプは取り外され、外部の冷凍回路より圧縮機に戻った油を含んだ冷媒もしくは圧縮機内に戻り冷媒より分離された油を圧縮機の各摺動部分に循環させることによって潤滑する方式がとられるようになっているため、斜板とシューとの摺動面には始動から数十秒、長いときには数分間潤滑油が供給されない状態でシューと斜板は摺動する。また、長期間の使用では冷媒がリークし冷媒が不足した状態で運転される場合もあり、このような運転条件では潤滑状態は非常に苛酷なものとなる。また昼夜の温度差が大きい環境下での運転初期や、不足した冷媒を充填する作業時では、冷媒が液化した状態で運転される場合があり、その場合には潤滑油が冷媒で洗われて摺動面に存在しなくなるばかりでなく、シリンダボア内で液体を圧縮する状態となり、シリンダボア内の圧力は100～150kg/cm<sup>2</sup>にも達し、定常の運転状態の4～6倍もの負荷荷重となるため、焼

付を発生し易い。

斜板式圧縮機における軽量化は、シリンダブロック1やハウジング7、8ピストン5などが早期にアルミニウム合金化されており、さらに軽量化を進めるため従来鋳鉄製や鉄系焼結合金であった斜板を高珪素アルミニウム合金化することが検討され、シリンダ内径の小さい圧縮機において実施されてきた。

しかし、斜板を高珪素アルミニウム合金とすると、アルミニウム合金基地中に分散する硬い初晶珪素によってシューの摩耗が発生しやすくなる。この対策として、シューの斜板との摺動面に種々の処理を施すことが提案されている。特公昭60-54516号では浸ボロン処理層を設ける提案、特開昭55-128681号では炭化物層を設ける提案が、特開昭54-67209号ではイオン窒化層を設ける提案等である。しかしこれらの対策ではいずれも不十分であり、最近では、アルミナやジルコニアのようなセラミックスを鋼製シューの底面にかしめたシューが使用されている。

しかし、これらのシューと高珪素アルミニウム合金製斜板の組合せによる圧縮機でも、苛酷な使用条件下で要求されている圧縮機の信頼性を満足するには至っていない。特に、シリンダ内径の大きい圧縮機においては、シューの受ける圧力が高いことから、焼付や摩耗を発生しやすいので、斜板を潤滑性に優れた鋳鉄材や空孔による保油性の良い鉄系焼結合金とし、シューを高珪素アルミニウム合金材とする組合せから脱却できず、軽量化が遅れていた。

本発明人は、このような圧縮機において、底面に硬質のイオンブレーティングを施したシューと高珪素アルミニウム合金からなる斜板との組合せで優れた結果が得られることを提案している（特願昭62-52981号）。

しかし、その後さらに検討を進めた結果シュー底面の硬質イオンブレーティング皮膜の密着性にバラツキがあり、イオンブレーティング皮膜が基地から剥離し、コンプレッサの摺動部に剥離した皮膜が微細な粉末状となって入り込み、摩耗や焼

付を引き起こす場合があり、イオンブレーティング皮膜の密着性を大巾に向上させる必要があることが分かった。

#### （発明の目的）

本発明は、上記のような理由で斜板のアルミニウム化が出来ないでいたシリンダボア径の大きい斜板式圧縮機の摺動上の問題点を改良する材料組合せによって軽量の圧縮機を得ることを目的としてなされたものである。又イオンブレーティング皮膜の密着性を高めたシューとすることで、先述の内容では不十分であった点を大巾に改良したものである。

#### （問題点を解決するための手段）

本発明では、シリンダブロック内において回転軸により回転される斜板と、該斜板にシューを介して係留されたピストンを有し、該斜板の回転に応じて前記ピストンがシリンダボア内を往復運動するようにされた斜板式圧縮機において、斜板と

摺接する面に1~10 $\mu$ mの厚さの硬質イオンブレーティング皮膜を設け、その皮膜が鋼製シューと強固に拡散接合されている組合せからなることを特徴とする斜板式圧縮機である。本発明での前記シューに設ける硬質イオンブレーティング皮膜は、クロムと窒素、又はチタンと窒素とからなることが望ましい。

#### （作用）

本発明で、斜板を高珪素アルミニウム合金で構成するが、その目的は軽量化及び後述するシューとの組合せによる摺動特性の改良である。この斜板として用いる材料としては、Si:14~20重量%、Cu:3~8重量%、Mg:0.2~2.0重量%を必須の構成成分とし残部が実質的にAlからなる高珪素アルミニウム合金で、更にPbを必要により0.5~2重量%含有させても良い。

Siが14重量%未満では基地中に分散する初晶Si粒子の数が不足し、斜板の摩耗やシューとの間で焼付を生じる。他方、20重量%を超えると初晶

Siが粗大化し斜板の強度や靱性を低下させる。

CuとMgは熱処理によりアルミニウム合金の基地の強度を確保する目的で不可欠の元素である。Cuは3重量%未満では熱処理による時効硬化でも満足する強度が得られず、他方8%を超えると晶出する化合物が著しく粗大化し斜板の靱性を損なう他、耐食性が低下する。Mgは0.2重量%未満では熱処理により時効硬化でも満足する強度が得られず、2.0重量%を超えると靱性が低下する他、熱間鍛造が困難となる。なお、Pbを必要により0.5重量%から含有させるとPbは初晶Si粒子の中やその近傍に析出するため潤滑油が不足した運転条件下での耐焼付性を高める。又機械加工時の工具の寿命を長くする製造上の効果がある。Pbの量は0.5重量%未満では機械加工面での効果はあるが耐焼付性への効果はなく、他方2.0重量%を超えると良好な組織の連続鋳造材の製造ができない。その部分に微小な空隙を生じるため、斜板としての使用時にこの部分が内部欠陥として応力集中を受け疲労強度を著しく低下させてしまう。

斜板の製造は、このような組成のアルミニウム合金をDC鋳造よりも冷却速度の速いホットトップ式の連続鋳造方法により直径50-80mmの細径丸棒とし、これを切断後熱間鍛造によって斜板に近い鍛造素材とし、T6又はT7の熱処理後機械加工により所定の形状に仕上げられる。その後中央の穴部に銅製軸を圧入し使用する。ホットトップ式鋳造では、冷却速度が速く初晶Siを均一微細なものとすることができる他、鉛を添加した鋳造材でも前述の成分範囲内に限れば初晶Siの粗大化や偏析なしに鋳造できる。又鍛造では鋳造組織を破壊することで材料の強靱性を高めるが、鍛造によるメタルフローは斜板に負荷される応力方向に対し出来るだけ直角となるような方法での鍛造が良い。

シューは高炭素鋼や高クロム軸受鋼を切断し、冷間鍛造して予備形状とし、更にサイジング金型中で鍛造し球面の寸法精度を高める。その後底面を研磨やラップ仕上げをしてフロン液中で超音波洗浄を行った後に少なくとも斜板と摺接する底面

部分がイオン化した状態でターゲット表面から飛び出させる。この時にシューと治具にはバイアス電圧を700-800Vとしておき、飛び出したイオン化したチタンもしくはクロムをシューと治具表面に引き付ける、いわゆるボンバード処理により表面の活性化を行う。その後、窒素ガスを真空容器内に導入して真空度を0.02Torr程度とし、バイアス電圧を30-120Vとしてシュー表面にイオンブレーティング皮膜を生成させる。所定の皮膜厚さとなるまでの時間中シュー表面の温度を放射温度計で測定しバイアス電圧とアーク電流を上下させることによってシュー表面が400-500℃間の所定の温度を維持出来るように制御する。所定の皮膜厚さとなるに必要な時間の経過後、イオンブレーティングを中止し容器内で冷却後シューを容器外に取り出す。このままではイオンブレーティング皮膜と基地との密着性が不十分であるために500℃以上の温度で真空炉又は雰囲気炉で加熱保持を行う。特に好ましくは700℃以上の温度である。この加熱保持によってイオンブレーティング皮膜と基地

の平坦部にイオンブレーティングによる硬質皮膜を1-10 $\mu$ mの厚さで設ける。その後、基地とイオンブレーティング皮膜の密着性を完全なものとする。イオンブレーティング皮膜の厚さが1 $\mu$ mより薄いと、長時間の使用で摩耗してしまう。他方10 $\mu$ mを超えるとイオンブレーティングの焼き入れ時や使用時に皮膜が剥離を生じ易くなる。イオンブレーティング皮膜としては、チタンと窒素又はクロムと窒素とからなる皮膜が前記斜板と組合せた場合に良好な結果が得られる。特にクロムと窒素からなる皮膜が、前記アルミニウム合金製斜板と組合せた場合に耐焼付性や耐摩耗性に著しく優れた結果となる。

イオンブレーティングはシューを治具にセットしその状態で表面を超音波洗浄後、脱脂処理しアーク・イオンブレーティング装置の真空容器内に取付ける。容器内を $10^{-4}$ Torr程度の高真空にした後、内蔵するヒーターでシューを400-600℃に加熱して、チタンもしくはクロムからなるターゲットの表面にアークを飛ばして、これらの金属元素を大

間での拡散が起こり、密着を完全なものとしてすることができる。さらに加熱によってイオンブレーティング皮膜の内部歪が解放されるため硬度が低下するので相手斜板を傷つける傾向がなくなる。尚、加熱することでシューの基地が低下するために球部の摩耗が生じたりイオンブレーティング皮膜下地の耐力が低下するため、取り扱い時や使用時の面圧により局所的な変形や打痕を生じる等の不利な点が生じてしまう。このため、イオンブレーティングの加熱温度を焼き入れ温度とし、保持後強制冷却し、更に焼き戻しを行うことで上記の問題を解決することができる。その後、イオンブレーティング皮膜の表面粗さが0.4 $\mu$ m以下でないと相手の斜板を摩耗させてしまうため、表面粗さが0.4 $\mu$ m以下の粗さになるようラップ仕上げを行う。さらにシューの球部の粗さを改善するためパレル仕上げを行い寸法確認後、圧縮機に組み込む。

#### (実施例-1)

先ず、第2図に上面図、第3図に側面図に示し

特開平1-130074 (5)

たシュー-実体摩擦摩耗試験機により種々の材料組合せで耐焼付性の評価試験を行った。図中10は図示しない回転動力伝達機構から回転される軸であり、軸受9で支承され、斜板用材料の円板状テストピース11が取付られている。軸10と平行に設けられ、且つ図示しない指示部により固定されている軸12に直達及び回転自在となるように取付けられたホルダー13には、油圧シリンダー14が設けられており、ピストン15によりシュー16を両側から斜板用材料からなる円板状テストピース11をはさみつける構造となっている。なお、シューは自転が可能のように取付られている。ホルダー13にはウエイトバランサー17が設けられており軸12を支点としてのバランスを調整する。円板状テストピース11とシュー16との間の摩擦力は、ピアノ線18を介して引張型のロードセル19に伝達される。ロードセルからは図示しないストレンアンプで増幅され記録計に記録される。なお、油圧シリンダーへの油圧は図示しない油圧ユニットからサーボバルブを介して

所定の圧力が負荷されるようになっている。

円板状テストピース材料としては、第1表に示すT7処理した高純素アルミニウム合金を用いた。

第1表

円板状テストピースNo.	成分(重量%)							硬度(HRB)
	Si	Cu	Mg	Pb	Mn	Fe	Al	
P-1	16.5	3.9	0.3	-	0.3	0.3	残	85

シューはSUJ-2材をパーツフォーマーによる冷間鍛造で半球形に近い予備成形体とし、焼鈍後更にサイジング金型中で鍛造し球部の寸法精度を高めた。その後底面を研磨して少なくとも斜板と摺接する底面の平坦部にイオンブレーティングによる硬質皮膜を3~8 $\mu$ mの厚さで設ける。イオンブレーティングの方法は前述の通りである。イオンブレーティング後、真空焼き入れ炉にて820℃で30分保持後油冷して焼き入れを行い、その後窒素雰囲気炉で180℃の焼き戻しを行った。試験に供したシューのイオンブレーティング皮膜の種類及び

皮膜の厚さ、硬度の測定結果、X線回折による皮膜の結晶構造は第2表に示す通りであった。なお、比較材として、99.5%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>製シュー(テストピースNo.A)と部分安定化ジルコニア製シュー(テストピースNo.Z)で各々底面の表面粗さをRaで0.3 $\mu$ mに仕上げたものを用いた。尚、形状はイオンブレーティング品と全く同一とした。

第2表

シューテストピースNo.	皮膜の厚さ( $\mu$ m)	皮膜の硬度(HmV)	皮膜の結晶構造
S-1	4	1200	Cr、Cr <sub>2</sub> N
S-2	4	1250	Cr <sub>2</sub> N
S-3	4.5	1300	CrN、Cr <sub>2</sub> N
S-4	4	1350	CrN
S-5	4	2000	TiN

試験条件

周速: 2.5 m/sec

潤滑油: コンプレッサーオイル(スニソ5GS)

潤滑方法: オイル噴霧法(0.6cc/min)

荷重: 40kgから開始し10kgきざみでステップ

昇圧、各荷重段階では3分間保持

テストピースの表面粗さ

円板状テストピース: 0.8~1.0 S

シュー: 0.3~0.4 S

焼付の評価は摩擦係数が0.05となった荷重点を焼付発生荷重とする。

円板状テストピースとシュー材の組合せと試験結果の焼付発生荷重を第3表に示す。

第3表

組合せNo.	円板状テストピースNo.	シューテストピースNo.	焼き付き発生荷重(Kg)		
			平均値	最小値	最大値
1	P-1	S-1	590	490	730
2	P-1	S-2	570	480	600
3	P-1	S-3	420	350	500
4	P-1	S-4	200	130	300
5	P-1	S-5	380	300	450
6	P-1	A	140	100	160
7	P-1	Z	130	100	150

いずれもセラミックス( $Al_2O_3$ 、部分安定化ジルコニア)よりも優れた値であったが、特に皮膜の組成がCr、 $Cr_2N$ であるS-1、 $Cr_2N$ 組成のS-2が良好である。

#### (実施例-2)

斜板とシューを実施例-1の材料組合せとして圧縮機を組み立て、下記の条件下でベンチにて実験試験を実施した。

圧縮機：6気筒の斜板式圧縮機（シリンダボ

ア径：36mm、シリンダボアのP.C.D:

66mm、総排気量：150cc)

回転数：4000rpm

排出ガス圧：5～5.5kg/cm<sup>2</sup>

吸入側ガス圧：約 50mmHg

運転時間：最高20時間

潤滑油：コンプレッサオイル（スニソ5GS）  
100cc

封入冷媒量：240g（正規量の20%）

運転中、トルクメーターのトルクを自動監視し定

常トルクよりも5%増加した時は自動停止するようにした。本発明のシューと斜板の組合せでは何れも異常がなく20時間の運転に耐えた。テスト後の分解調査の結果でも焼付は認められなかった。しかし、比較の組合せNo.6のものは5時間、No.7のものは8時間でトルクの増加により停止し分解調査の結果、シューと斜板の間で焼付が発生していることが確認された。

#### (実施例-3)

実施例-1と同じロットのイオンブレーティングを行ったものでイオンブレーティング後の焼き入れ処理を施さなかったシューを用い拡散処理の有無による密着性を次の方法で評価した。

#### 評価方法

遠心バレル機のポットに珪石とシューを各30個づつ入れて90分間バレル機を運転後、イオンブレーティング面の調査を行った。結果を第4表に示す。

第4表

シューテスト ピースNo.	剥離数（個）	
	拡散処理 有	拡散処理 無
S-1	0	13
S-2	0	13
S-3	0	14
S-4	0	15
S-5	0	8

以上のように、イオンブレーティング後の加熱保持を行うことで、イオンブレーティング膜と基地の間に拡散が起こり、密着力が向上していることが確認された。

尚、この加熱処理により硬度はH<sub>v</sub>で約400～800位の低下をきたしている。X線回折ピークの観察から、この原因は高温での加熱保持で内部歪の解放が起こっていることが確認される。結晶の配向性については加熱保持によっても変化は認められない。

#### (発明の効果)

以上のように、本発明によれば従来斜板のアルミニウム化が困難であったシリンダボアの大きい、即ちシューに負荷される荷重の大きい機種において、高珪素アルミニウム合金で形成した斜板と、少なくとも該斜板との摺接面に硬質イオンブレーティング皮膜が鋼製基地と拡散接合されたシューとの組合せとすることで摺動特性が大幅に改良され、圧縮機の軽量化が可能となる。又、シューは寸法の小さい部品であるため、イオンブレーティング装置で一度に多量の処理が可能のため、経済性も優れたものとなる。

#### 4. 図面の簡単な説明

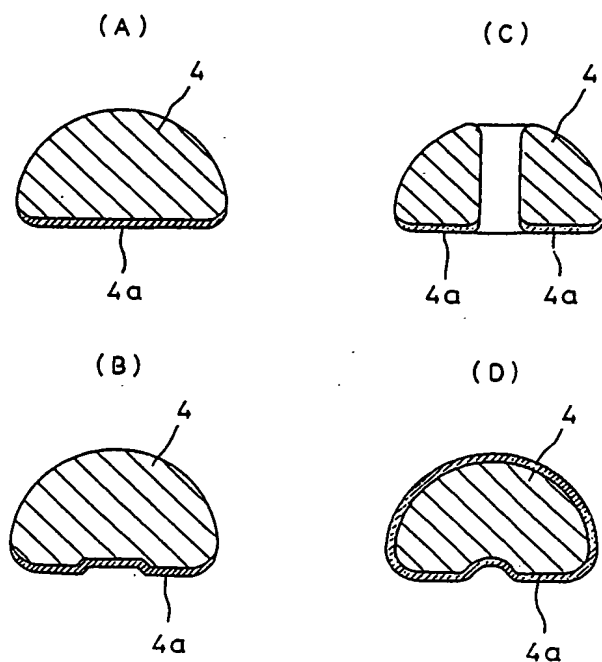
第1図は本発明の斜板式圧縮機の構成を示す断面図、第2図は比較試験に用いたシュー実体摩擦摩耗試験機の上面図、第3図はその側面図、第4A、第4B、第4C、第4D図はそれぞれ本発明のシューの実施例を示す断面図である。

図中：3…斜板、4…シュー、4a…イオンブ

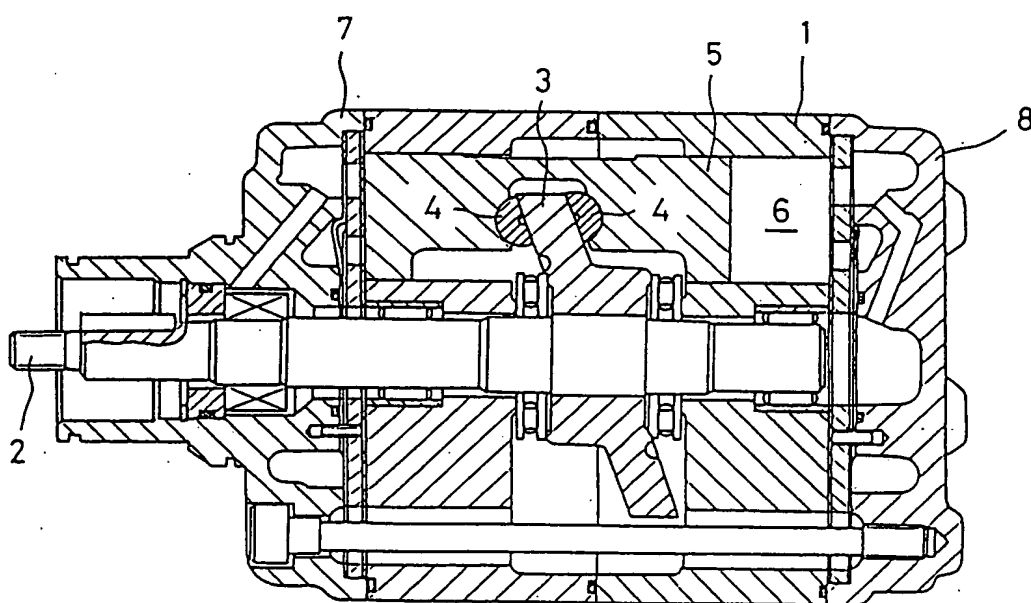
レーティング皮膜層。

第 4 図

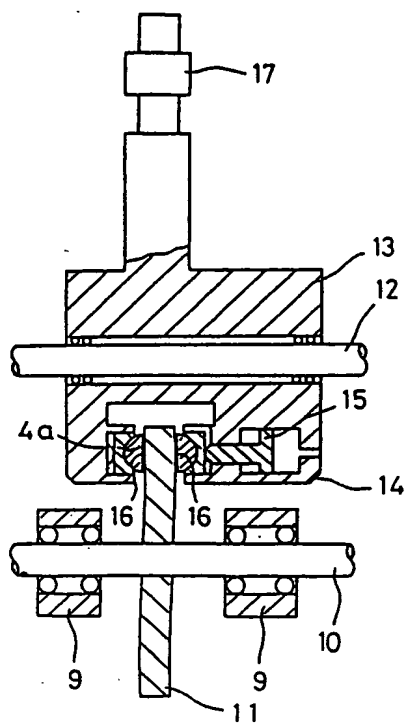
出願人 株式会社 リケン



第 1 図



第 2 図



第 3 図

